CHEMISCHE UNTERSUCHUNG

DER

RÖMER-QUELLE

IN

BAD EMS.

AUSGEFÜHRT IM CHEMISCHEN LABORATORIUM FRESENIUS

VON

Professor Dr. H. FRESENIUS.

Die Römerquelle zu Bad Ems kommt im Gebiete des Etablissements »Das Römerbad« (Vereinigte Hotels und Badehäuser »Prinz von Wales, Pariser Hof und Römerbad«) zu Tage, somit auf der linken Seite der Lahn. — Sie liegt südöstlich von der Quelle in den Anlagen vor dem neuen Badehause (welche in R. Fresenius' »Chem. Untersuchung der wichtigsten Mineralwasser des Herzogtums Nassau, II. Die Mineralquellen von Ems« als »Neue Quelle« bezeichnet ist und welche jetzt meist »Neue Badequelle« genannt wird) und zwar 96 Meter von derselben entfernt.

Der kellerartige Raum, in welchem die Römerquelle zu Tage kommt, befindet sich im Hause »Römerbad«. Das Haus Römerbad liegt zwischen den Häusern »Pariser Hof« und »Stadt London« und somit der nach Südosten gekehrten Seite des »Neuen Badehauses« gerade gegenüber.

Die Fassung der Quelle besteht aus einem 6 Meter tiefen, runden Schacht. Das Wasser wird aus dem Brunnenschacht durch Pumpen (zwei Maschinenpumpen und eine Handpumpe) entnommen, deren Saugrohre fast bis zur tiefsten Stelle der Fassung hinabreichen.

Die jetzt vorhandenen, stark wirkenden Pumpen sind auch bei ununterbrochener Arbeit nicht imstande, den stetigen Wasserzufluss der Quelle zu bewältigen, weshalb über den sehr bedeutenden Wasserreichtum der Quelle genauere Angaben nicht gemacht werden können. Nur soviel mag darüber gesagt werden, dass die Quelle in keiner Weise zu

erschöpfen war, als man versuchsweise eine zur Speisung von 150 Bädern ausreichende Wassermasse, also etwa 150 Kubikmeter, in einem Tage auspumpte.

Die Ausströmungen freier Kohlensäure aus der Quelle sind bedeutend, sodass der Brunnenschacht bis an seinen oberen Rand mit einer sehr kohlensäurereichen Luft erfüllt ist. Eine brennende Kerze erlischt schon im obersten Teile des Schachtes sofort.

Aus dem Umstande, dass man beim Graben der Fundamente von zu dem Etablissement »Das Römerbad« gehörigen Gebäuden auf Reste römischer Bäder stiess, ist zu schliessen, dass die Quelle schon zu der Zeit bekannt war, als die Römer in diesen Landen herrschten und es rechtfertigt dies den Namen »Römerquelle«, welchen die Quelle führt. — Die jetzige Fassung wurde im Jahre 1858 ausgeführt.

Im Jahre 1865 hat Medizinalrat Professor Dr. Fr. Mohr eine Analyse des Wassers der Römerquelle auf die Hauptbestandteile, im Jahre 1870 mein Vater, Geh.-Hofrat Professor Dr. R. Fresenius eine vollständige chemische Analyse derselben vorgenommen[1]).

Dem Wunsche des Eigentümers, Herrn Carl Rücker, nachkommend, habe ich im Jahre 1904 eine neue ausführliche chemische Untersuchung des Mineralwassers der Römerquelle in Bad Ems ausgeführt, deren Ergebnisse ich im Nachstehenden mitteile.

Am 15. Mai 1904 entnahm ich persönlich das zur Analyse erforderliche Mineralwasser der Quelle und führte am genannten Tage auch die sonst noch an der Quelle selbst vorzunehmenden Arbeiten und Beobachtungen aus.

---

1) Analyse der Römerquelle in Bad Ems von Professor Dr. R. Fresenius, Geh. Hofrate. Mit einem Situationsplan. Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag 1870.

A. Physikalische Verhältnisse.

Am 15. Mai 1904 betrug die Temperatur der Römerquelle zu Ems, in dem von den Pumpen gelieferten Wasserstrahl gemessen, 43,8° C. Das Wasser ist im Trinkglase und in einer 5 Liter haltenden Flasche aus weissem Glase vollkommen klar und farblos. Es hat den angenehmen, weichen, milden und erfrischenden Geschmack der Emser Thermalwasser.

Das spezifische Gewicht, nach der von R. Fresenius für gasreiche Wasser angegebenen Methode bestimmt[1]), ergab sich bei 20° C. zu 1,004376.

B. Chemische Verhältnisse.

Einen Geruch zeigt das Mineralwasser der Römerquelle nicht. Schüttelt man es in einer 5 Liter fassenden halb gefüllten Flasche, so entweicht Kohlensäure in reichlicher Menge. Derselben ist eine so überaus geringe Spur Schwefelwasserstoff beigemischt, dass der Geruch des entweichenden Gases nur eben daran erinnert. Zwischen den Händen fühlt sich das Wasser der Römerquelle wie das aller Emser Thermen weich und etwas seifenartig an.

Bei Einwirkung der Luft wird das Wasser infolge der Oxydation des gelösten Eisenoxyduls und der beginnenden Ausscheidung von Eisenoxydverbindungen erst — und zwar schon nach einigen Stunden — opalisierend. Bleibt es in grossen Flaschen aus weissem Glase längere Zeit stehen, so erkennt man, dass das Wasser sich allmählich wieder vollkommen klärt unter Absatz eines geringen gelblich-weissen Niederschlages. Ein eben solcher bildet sich auch in den Behältern, in welche das Wasser zur Speisung der Bäder gepumpt wird.

Bringt man das Wasser in halbgefüllter Kochflasche zum Sieden, so findet reichliche Kohlensäureentwickelung statt, bald erfolgt weissliche Trübung, und beim Kochen scheidet sich ein gelblich-weisser Niederschlag ab.

[1]) Zeitschrift für analytische Chemie, Band 1, Seite 178.

Zu den wichtigsten Reagenzien verhält sich das der Quelle frisch entnommene Wasser wie folgt:

Blaues Lackmuspapier färbt sich im Wasser rötlich, beim Liegen an der Luft nimmt es wieder blaue Farbe an.

Rotes Lackmuspapier wird sofort bläulich, die Färbung nimmt mit der Zeit an Intensität zu.

Kurkumapapier bleibt im Wasser unverändert; beim Liegen an der Luft bräunt es sich.

Salzsäure bewirkt starke Kohlensäureentwickelung, das damit angesäuerte Wasser liefert mit Chlorbaryum nach einiger Zeit eine weisse Trübung.

Ammon lässt das Wasser anfangs klar, allmählich bildet sich ein weisslicher Niederschlag.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugt in dem mit Salpetersäure angesäuerten Wasser sofort einen starken käsigen Niederschlag.

Oxalsaures Ammon bringt sofort eine weisse Trübung hervor; bald setzt sich ein deutlicher weisser Niederschlag ab.

Gerbsäure färbt das Wasser schwach rötlich-violett; nach einiger Zeit wird die Färbung dunkler.

Gallussäure färbt schwach blau-violett; die Trübung wird dann dunkler.

Ferridcyankalium bringt in dem mit Salzsäure angesäuerten Wasser eine schwache Blaufärbung hervor.

Mit Jodkalium, dünnem Stärkekleister und verdünnter Schwefelsäure liefert das Wasser auch nach längerem Stehen keine Blaufärbung. Salpetrigsaure Salze sind somit nicht vorhanden.

Die qualitative Analyse, nach der in R. Fresenius' Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse, 16. Auflage, § 211 ff. angegebenen Methode ausgeführt, liess folgende Bestandteile erkennen, von welchen die eingeklammerten nur in Spuren vorhanden sind, so dass sie nicht quantitativ bestimmt wurden.

Basen:	Säuren und Halogene:
Natron,	Kohlensäure,
Kali,	Schwefelsäure,
(Caesion),	Phosphorsäure.
(Rubidion),	(Borsäure),
Lithion,	Kieselsäure,
Ammon,	Chlor,
Baryt,	Brom,
Strontian,	Jod,
Kalk,	(Fluor).
Magnesia,	
(Tonerde),	
Eisenoxydul,	
Manganoxydul.	

Die quantitative Analyse wurde im wesentlichen nach den Methoden ausgeführt, welche in R. Fresenius' quantitativer Analyse, 6. Auflage, § 208 ff. angegeben sind.

Ich teile nun unter I. die Originalzahlen, unter II. die Berechnung der Analyse, unter III. die Kontrolle und unter IV. die Zusammenstellung der Resultate mit.

I. Originalzahlen in Grammen.

1. Bestimmung des Chlors.

a) 100,15 *g* Wasser lieferten 0,2609 *g* Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend . . . . 2,605092 p. M.

b) 100,05 *g* Wasser lieferten 0,2602 *g* Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend . . . . 2,600700 « «

Mittel . . 2,602896 p. M.

Zieht man hiervon ab das dem Brom und Jod entsprechende Brom- und Jodsilber, nämlich:

für Brom: Bromsilber nach 2 b 0,000798 p. M.

für Jod: Jodsilber nach 2 a . 0,000065 « «

Summe . . 0,000863 « «

so bleibt Chlorsilber . . 2,602033 p. M.

entsprechend Chlor . 0,643340 « «

2. Bestimmung des Jods und Broms.

a) 58760 *g* Wasser lieferten so viel freies, in Schwefelkohlenstoff gelöstes Jod, dass zu dessen Überführung in Jodnatrium 15,12 *cc* einer Lösung von Natriumthiosulfat erforderlich waren, von welcher 14,25 *cc* 0,001947 *g* Jod entsprachen. Hieraus berechnet sich ein Gehalt an Jod von 0,002066 *g*, entsprechend 0,000035 p. M.

entsprechend Jodsilber . 0,000065 « «

b) Die vom Jod getrennte Lösung ergab, mit Silberlösung gefällt, 4,2000 *g* Chlor-Bromsilber.

α) 1,9991 *g* desselben ergaben, im Chlorstrome geschmolzen, eine Gewichtsabnahme von 0,0052 *g*. Die Gesamtmenge des Chlor-Bromsilbers hätte somit abgenommen um . . . . 0,0109 *g*

β) 2,0141 *g* Chlor-Bromsilber nahmen ab um 0,0054 *g*, demnach die Gesamtmenge um . . . . 0,0113 *g*

Abnahme des Chlor-Bromsilbers im Mittel . . 0,0111 *g*

Hieraus berechnet sich der Bromgehalt der 58760 *g* Wasser zu 0,0200 *g* oder . . . . 0,000340 p. M.

entsprechend Bromsilber . 0,000798 « «

3. Bestimmung der Schwefelsäure.

a) 516,40 *g* Wasser lieferten 0,0486 *g* schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure . . . . 0,032274 p. M.

b) 511,20 *g* Wasser lieferten 0,0480 *g* schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure . . . . 0,032199 « «

Mittel . . 0,032237 p. M.

4. Bestimmung der Kohlensäure.

a) 123,314 *g* Wasser lieferten in Natronkalkröhren aufgefangene Kohlensäure 0,2946 *g*, entsprechend . . 2,389023 p. M.

b) 127,202 *g* Wasser lieferten 0,3059 *g* Kohlensäure, entsprechend . . . . 2,404836 « «

Mittel . . 2,396930 p. M.

5. Bestimmung der Kieselsäure.

a) 2179,5 *g* Wasser lieferten 0,0992 *g* Kieselsäure, entsprechend . . . . 0,045514 p. M.

b) 1958 *g* Wasser lieferten 0,0892 *g* Kieselsäure, entsprechend . . . . 0,045557 « «

Mittel . . 0,045536 p. M.

6. Bestimmung des Eisenoxyduls.

a) Das Filtrat von 5 a lieferte 0,0042 *g* Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul . . . . 0,001734 p. M.

b) Das Filtrat von 5 b lieferte 0,0034 *g* Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul . . . . 0,001563 « «

Mittel . . 0,001649 p. M.

7. Bestimmung des Kalks.

a) Das in 6 a erhaltene Filtrat wurde in schwach essigsaurer Lösung mit oxalsaurem Ammon gefällt. Die oxalsauren Salze ergaben, in kohlensaure Verbindungen übergeführt, 0,3351 *g* kohlensauren Kalk und Strontian, entsprechend . . . . 0,153751 p. M.

b) Das Filtrat von 6 b lieferte, 0,3002 *g* kohlensauren Kalk und Strontian, entsprechend . . . . 0,153320 « «

Mittel . . 0,153536 p. M.

Zieht man hiervon die nach 12 c vorhandene Menge kohlensauren Strontians ab mit . . . . . 0,000862 « «

so bleibt kohlensaurer Kalk . . 0,152674 p. M.

entsprechend Kalk . . 0,085497 « «

8. Bestimmung der Magnesia.

a) Das Filtrat von 7 a lieferte 0.3653 *g* pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . .	0,060745 p. M.
b) Das Filtrat von 7 b lieferte 0,3276 *g* pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . .	0,060639 « «
Mittel . .	0,060692 p. M.

9. Bestimmung der Chloralkalimetalle.

a) Das Filtrat von 3 a lieferte 1,3789 *g* vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend . .	2,670217 p. M.
b) Das Filtrat von 3 b lieferte 1,3653 *g* vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend . . .	2,670775 « «
Mittel . .	2,670496 p. M.

10. Bestimmung des Kalis.

Aus den in 9 erhaltenen Chloralkalimetallen wurde das Kali als Kaliumplatinchlorid abgeschieden.

Es ergaben sich:

a) 0,0675 *g* Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali	0,025238 p. M.
b) 0,0669 *g* Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali	0,025268 « «
Mittel . .	0,025253 p. M.

11. Bestimmung des Lithions.

31200 *g* Wasser lieferten reines basisch phosphorsaures Lithion 0,0625 *g*, entsprechend Lithion . . .	0,000778 p. M.
oder Chlorlithium	0,002199 « «

12. Bestimmung des Manganoxyduls, des Baryts und Strontians.

a) 58760 *g* Wasser lieferten 0,0068 *g* Manganoxyduloxyd, entsprechend Manganoxydul	0,000108 p. M.
b) 11752 *g* Wasser lieferten 0,0108 *g* chromsauren Baryt, entsprechend Baryt	0,000556 « «
c) 11752 *g* Wasser lieferten 0,0126 *g* schwefelsauren Strontian, entsprechend Strontian	0,000605 « «
entsprechend kohlensaurem Strontian	0,000862 « «

13. Bestimmung des Ammons.

2121 *g* Wasser wurden unter Zusatz von etwas Salzsäure in einer Retorte eingekocht, alsdann nach Zufügen von frisch gebrannter Magnesia abdestilliert und das Destillat in einer etwas Salzsäure enthaltenden Vorlage aufgefangen. Der entstandene Salmiak, in Ammoniumplatinchlorid und dieses durch Glühen in metallisches Platin übergeführt, lieferte 0,0077 *g* Platin, entsprechend Ammon . . . . 0,000972 p. M.

14. Bestimmung der Phosphorsäure.

59380 *g* Wasser, der Inhalt eines grossen Ballons, wurden auf etwa 5 Liter eingedampft und mit Salzsäure bis zu deutlich saurer Reaktion versetzt. Man fügte nun etwas Eisenchlorid, dann überschüssigen gefällten reinen kohlensauren Kalk zu, mischte wiederholt und liess schliesslich den entstandenen ockerfarbenen Niederschlag sich absetzen. Derselbe musste neben überschüssigem Eisenoxydhydrat alle Phosphorsäure enthalten. Man filtrierte ihn ab, wusch ihn, löste in Salzsäure und behandelte mit Schwefelwasserstoff unter Erwärmen. Aus dem Filtrat wurde der Schwefelwasserstoff weggekocht und dann wurde die Kieselsäure durch Eindampfen abgeschieden. Das Filtrat hiervon wurde auf dem Wasserbade wiederholt mit Salpetersäure verdampft und die Phosphorsäure mit molybdänsaurem Ammon gefällt. Der erhaltene Niederschlag wurde in phosphorsaure Ammonmagnesia übergeführt. Nach dem Glühen erhielt man daraus pyrophosphorsaure Magnesia 0,0236 *g*, entsprechend Phosphorsäure . . . . 0,000253 p. M.

15. Bestimmung des Natrons.

Chloralkalimetalle sind vorhanden (nach 9) . .		2,670496 p. M.
Davon geht ab:		
Chlorkalium (nach 10)	0,039955 p. M.	
Chlorlithium (nach 11)	0,002199 « «	
Summe . .		0,042154 « «
Rest: Chlornatrium		2,628342 p. M.
entsprechend Natron		1,395043 « «

16. Bestimmung der beim Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen des erhaltenen Rückstandes in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon sich ergebenden Sulfate etc.

264,40 *g* Wasser lieferten Sulfate etc. 0,9742 *g*, entsprechend . . . . 3,684569 p. M.

17. Bestimmung der Säure abstumpfenden Bestandteile des Wassers.

a) 250,8 *g* Wasser, mit Normalsäure übersättigt, die Kohlensäure durch Kochen verjagt und mit Normallauge zurücktitriert, gebrauchten 8,24 *cc* Normalsäure, demnach 1000 *g* Wasser	32,854 *cc*
b) 250,2 *g* Wasser gebrauchten 8,21 *cc* Normalsäure, demnach 1000 *g* Wasser	32,813 «
Mittel . .	32,834 *cc*

II. Berechnung der Analyse.

a) Schwefelsaures Kali.

Kali ist vorhanden (nach 10)	0,025253 p. M.
bindend Schwefelsäure	0,021440 « «
zu schwefelsaurem Kali . .	0,046693 p. M.

b) Schwefelsaures Natron.

Schwefelsäure ist vorhanden (nach 3)	0,032237 p. M.
Davon ist gebunden an Kali (a)	0,021440 « «
Rest: Schwefelsäure . .	0,010797 p. M.
bindend Natron	0,008375 « «
zu schwefelsaurem Natron . .	0,019172 p. M.

c) Chlornatrium.

Chlor ist vorhanden (nach 1)	0,643340 p. M.
bindend Natrium	0,418307 « «
zu Chlornatrium . .	1,061647 p. M.

d) Bromnatrium.

Brom ist vorhanden (nach 2 b)	0,000340 p. M.
bindend Natrium	0,000098 « «
zu Bromnatrium . .	1,000438 p. M.

e) Jodnatrium.

Jod ist vorhanden (nach 2 a)	0,000035 p. M.
bindend Natrium	0,000006 « «
zu Jodnatrium . .	0,000041 p. M.

f) Phosphorsaures Natron.

Phosphorsäure ist vorhanden (nach 14)	0,000253 p. M.
bindend Natron	0,000221 « «
« basisches Wasser	0,000032 « «
zu phosphorsaurem Natron . .	0,000506 p. M.

g) Kohlensaures Natron.

Natron ist vorhanden (nach 15) . . . . 1,395043 p. M.

Davon ist gebunden:

in Form von Natrium an Chlor	(c)	0,563489 p. M.	
« « « « « Brom	(d)	0,000132 « «	
« « « « « Jod	(e)	0,000009 « «	
an Schwefelsäure	(b)	0,008375 « «	
« Phosphorsäure	(f)	0,000221 « «	
zusammen . .			0,572226 « «
Rest: Natron . .			0,822817 p. M.
bindend Kohlensäure . .			0,582994 « «
zu einfach kohlensaurem Natron . .			1,405811 p. M.

h) Kohlensaures Lithion.

Lithion ist vorhanden (nach 11)	0,000778 p. M.
bindend Kohlensäure	0,001139 « «
zu einfach kohlensaurem Lithion . .	0,001917 p. M.

i) Kohlensaures Ammon.

Ammon ist vorhanden (nach 13)	0,000972 p. M.
bindend Kohlensäure	0,000820 « «
zu einfach kohlensaurem Ammon . .	0,001792 p. M.

k) Kohlensaurer Baryt.

Baryt ist vorhanden (nach 12 b)	0,000556 p. M.
bindend Kohlensäure	0,000159 « «
zu einfach kohlensaurem Baryt . .	0,000715 p. M.

l) Kohlensaurer Strontian.

Strontian ist vorhanden (nach 12 c)	0,000605 p. M.
bindend Kohlensäure	0,000257 « «
zu einfach kohlensaurem Strontian . .	0,000862 p. M.

m) Kohlensaurer Kalk.

Kalk ist vorhanden (nach 7)	0,085497 p. M.
bindend Kohlensäure	0,067177 « «
zu einfach kohlensaurem Kalk . .	0,152674 p. M.

n) Kohlensaure Magnesia.

Magnesia ist vorhanden (nach 8)	0,060692 p. M.
bindend Kohlensäure	0,066165 « «
zu einfach kohlensaurer Magnesia . .	0,126857 p. M.

o) Kohlensaures Eisenoxydul.

Eisenoxydul ist vorhanden (nach 6)	0,001649 p. M.
bindend Kohlensäure	0,001008 « «
zu einfach kohlensaurem Eisenoxydul . .	0,002657 p. M.

p) Kohlensaures Manganoxydul.

Manganoxydul ist vorhanden (nach 12 a)	0,000108 p. M.
bindend Kohlensäure	0,000067 « «
zu einfach kohlensaurem Manganoxydul . .	0,000175 p. M.

q) Kieselsäure.

Kieselsäure ist vorhanden (nach 5)	0,045536 p. M.

r) Freie Kohlensäure.

Kohlensäure ist vorhanden (nach 4)	2,396930 p. M.

Davon ist zu einfachen Karbonaten gebunden:

an Natron (g)	0,582994 p. M.	
« Lithion (h)	0,001139 « «	
« Ammon (i)	0,000820 « «	
« Baryt (k)	0,000159 « «	
« Strontian (l)	0,000257 « «	
« Kalk (m)	0,067177 « «	
« Magnesia (n)	0,066165 « «	
« Eisenoxydul (o)	0,001008 « «	
« Manganoxydul (p)	0,000067 « «	
Summe . .		0,719786 « «
Rest: Kohlensäure . .		1,677144 p. M.
Davon ist mit den einfachen Karbonaten zu Bikarbonaten verbunden		0,719786 « «
Rest: völlig freie Kohlensäure . .		0,957358 p. M.

III. Kontrolle der Analyse.

1. Berechnet man die einzelnen Bestandteile des Wassers auf den Zustand, in welchem sie in dem Rückstande enthalten sein müssen, der in 16 durch Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon erhalten wurde, so erhält man folgende Zahlen:

Gefunden:	Natron 1,395043 p. M., berechnet als schwefelsaures Natron	3,193548 p. M.
«	Kali 0,025253 p. M., berechnet als schwefelsaures Kali	0,046693 « «
«	Lithion 0,000778 p. M., berechnet als schwefelsaures Lithion	0,002850 « «
«	Kalk 0,085497 p. M., berechnet als schwefelsaurer Kalk	0,207730 « «
«	Magnesia 0,060692 p. M., berechnet als schwefelsaure Magnesia	0,181084 « «
«	Baryt 0,000556 p. M., berechnet als schwefelsaurer Baryt . . . . , .	0,000846 « «
«	Strontian 0,000605 p. M., berechnet als schwefelsaurer Strontian	0,001073 « «
«	Eisenoxydul 0,001649 p. M., berechnet als Eisenoxyd	0,001832 « «
«	Manganoxydul 0,000108 p. M., berechnet als schwefelsaures Manganoxydul . .	0,000230 « «
«	Phosphorsäure	0,000253 « «
«	Kieselsäure	0,045536 « «
	Summe . .	3,681675 p. M.
Direkt gefunden wurden (nach 16)		3,684569 « «

2. Die Säure abstumpfenden Bestandteile in 1000 *g* Wasser verlangen Normalsäure:

1,405811 *g*	kohlensaures Natron	26,500 *cc*
0,001917 «	« Lithion	0,052 «
0,001792 «	« Ammon	0,037 «
0,000715 «	kohlensaurer Baryt	0,007 «
0,000862 «	« Strontian	0,012 «
0,152679 «	« Kalk	3,054 «
0,126857 «	kohlensaure Magnesia	3,008 «
0,000175 «	kohlensaures Manganoxydul	0,003 «
		32,673 *cc*
Gebraucht wurden (nach 17)		32,834 «

IV. Zusammenstellung der Resultate.

Bestandteile der Römerquelle zu Ems.

a) Die kohlensauren Salze als einfache Karbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet:

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

	In 1000 Gewichtsteilen:
Kohlensaures Natron (Na_2CO_3)	1,405811
« Lithion (Li_2CO_3)	0,001917
« Ammon [$(NH_4)_2CO_3$]	0,001792
Schwefelsaures Natron (Na_2SO_4)	0,019172
Chlornatrium ($NaCl$)	1,061647
Bromnatrium ($NaBr$)	0,000438
Jodnatrium (NaJ)	0,000041
Phosphorsaures Natron (Na_2HPO_4)	0,000506
Schwefelsaures Kali (K_2SO_4)	0,046693
Kohlensaurer Kalk ($CaCO_3$)	0,152674
« Strontian ($SrCO_3$)	0,000862
« Baryt ($BaCO_3$)	0,000715
Kohlensaure Magnesia ($MgCO_3$)	0,126857
Kohlensaures Eisenoxydul ($FeCO_3$)	0,002657
« Manganoxydul ($MnCO_3$)	0,000175
Kieselsäure (SiO_2)	0,045536
Summe	2,867493
Kohlensäure, halb gebundene (CO_2)	0,719786
Kohlensäure, völlig freie (CO_2)	0,957358
Summe aller Bestandteile	4,544637

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

Borsäure, Fluor. Tonerde. Caesium, Rubidium.

b) Die kohlensauren Salze als wasserfreie Bikarbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet:

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

	In 1000 Gewichts-teilen:
Doppelt kohlensaures Natron ($Na_2O[CO_2]_2$) . .	1,988805
« « Lithion ($Li_2O[CO_2]_2$) . .	0,003056
« « Ammon ($[NH_4]_2O[CO_2]_2$) .	0,002612
Schwefelsaures Natron (Na_2SO_4)	0,019172
Chlornatrium (Na Cl)	1,061647
Bromnatrium (Na Br)	0,000438
Jodnatrium (Na J)	0,000041
Phosphorsaures Natron (Na_2HPO_4)	0,000506
Schwefelsaures Kali (K_2SO_4)	0,046693
Doppelt kohlensaurer Kalk ($CaO[CO_2]_2$) . . .	0,219851
« « Strontian ($SrO[CO_2]_2$) . .	0,001119
« « Baryt ($BaO[CO_2]_2$) . .	0,000874
« kohlensaure Magnesia ($MgO[CO_2]_2$) . .	0,193022
« kohlensaures Eisenoxydul ($FeO[CO_2]_2$) .	0,003665
« kohlensaures Manganoxydul ($MnO[CO_2]_2$)	0,000242
Kieselsäure (SiO_2)	0,045536
Summe . .	3,587279
Kohlensäure, völlig freie (CO_2)	0,957358
Summe aller Bestandteile . .	4,544637

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

Vergleiche die Zusammenstellung a.

Auf Volumina berechnet beträgt bei Quellentemperatur (43,8° C.) und Normalbarometerstand die völlig freie Kohlensäure in 1000 *cc* Wasser 562,21 *cc*.

c) Die Bestandteile des Mineralwassers, unter der Annahme vollständiger Dissoziation als Ionen ausgedrückt.

Nimmt man an, dass die Salze in dem Mineralwasser vollständig dissoziiert sind, so gibt die folgende Tabelle den Gehalt eines Liters desselben in Ionen an, und zwar sind in der ersten Spalte die Gramme, in der zweiten die Milligramm-Atom-, bezw. -Molekulargewichte (Milli-Molen) und in der dritten die Milligramm-Äquivalentgewichte pro Liter angeführt.

Die Kieselsäure und die freie Kohlensäure sind nicht auf Ionen berechnet worden, weil sie nur einer sehr geringen Dissoziation fähig sind.

	Gramm.	Milli-Mol.	Milligramm-Äquivalente.
Kationen in 1 Liter.			
Kalium-Ion ($K^{\cdot}$)	0,021060	0,5379	0,5379
Natrium-Ion ($Na^{\cdot}$)	1,040144	45,1257	45,1257
Lithium-Ion ($Li^{\cdot}$)	0,000365	0,0520	0,0520
Ammonium-Ion ($NH_4^{\cdot}$) . .	0,000677	0,0374	0,0374
Kalzium-Ion ($Ca^{\cdot\cdot}$)	0,061337	1,5334	3,0669
Magnesium-Ion ($Mg^{\cdot\cdot}$) . .	0,036792	1,5104	3,0208
Baryum-Ion ($Ba^{\cdot\cdot}$)	0,000500	0,0036	0,0072
Strontium-Ion ($Sr^{\cdot\cdot}$) . . .	0,000514	0,0058	0,0116
Eisen-Ion ($Fe^{\cdot\cdot}$)	0,001288	0,0230	0,0460
Mangan-Ion ($Mn^{\cdot\cdot}$) . . .	0,000084	0,0015	0,0030
			51,9085
Anionen in 1 Liter.			
Chlor-Ion (Cl')	0,646155	18,2272	18,2272
Brom-Ion (Br')	0,000341	0,0043	0,0043
Jod-Ion (J')	0,000035	0,0003	0,0003
Einwertiges Kohlensäure-Ion (HCO_3')	2,004833	32,8607	32,8607
Zweiwertiges Schwefelsäure-Ion (SO_4'')	0,038849	0,4044	0,8088
Zweiwertiges Phosphorsäure-Ion (HPO_4'')	0,000343	0,0036	0,0072
			51,9085
Freie Kieselsäure (H_2SiO_3) in 1 Liter	0,059380	0,7572	
Freies Kohlendioxyd (CO_2) in 1 Liter	0,961547	21,8533	

C. Vergleichung meiner neuen Analyse der Römerquelle mit der von meinem Vater im Jahre 1870 ausgeführten Analyse dieser Quelle.

Die Methoden der Analyse und die Art der Berechnung haben sich für das hier in Betracht kommende Mineralwasser seit dem Jahre 1870 nicht wesentlich geändert, so dass eine direkte Vergleichung der beiden Analysen möglich ist. Ich stelle deshalb die Ergebnisse in der folgenden Tabelle nebeneinander.

In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile der Römerquelle zu Ems

(Die kohlensauren Salze als einfache Karbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet.)

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser Teile:	
	1870 R. Fresenius:	**1904** H. Fresenius:
Kohlensaures Natron ($Na_2 CO_3$) . .	1,537330	1,405811
Kohlensaures Lithion ($Li_2 CO_3$) . .	0,001784	0,001917
Kohlensaures Ammon [$(NH_4)_2 CO_3$] .	0,005614	0,001792
Schwefelsaures Natron ($Na_2 CO_4$) .	0,022056	0,019172
Chlornatrium ($Na Cl$)	1,079170	1,061647
Bromnatrium ($Na Br$)	0,000315	0,000438
Jodnatrium ($Na J$)	0,000048	0,000041
Phosphorsaures Natron ($Na_2 H PO_4$) .	0,000302	0,000506
Schwefelsaures Kali ($K_2 SO_4$) . . .	0,047443	0,046693
Kohlensaurer Kalk ($Ca CO_3$) . . .	0,153621	0,152674
Kohlensaurer Strontian ($Sr CO_3$) . .	0,000805	0,000862
Kohlensaurer Baryt ($Ba CO_3$) . . .	0,000687	0,000715
Kohlensaure Magnesia ($Mg CO_3$) . .	0,135490	0,126857
Kohlensaures Eisenoxydul ($Fe CO_3$) .	0,003058	0,002657
Kohlensaures Manganoxydul ($Mn CO_3$)	0,000208	0,000175
Phosphorsaure Tonerde ($Al PO_4$) . .	0,000120	—
Kieselsäure ($Si O_2$)	0,049649	0,045536
Summe . .	3.037700	2,867493
Kohlensäure, halbgebundene (CO_2) .	0.781969	0,719786
» völlig freie (CO_2) . .	0,885928	0,957358
Summe aller Bestandteile . .	4,705597	4,544637

Aus der Tabelle ergibt sich,

1) dass — wie dies auch sonst bei Mineralquellen, insbesondere auch bei den fiskalischen Emser Mineralquellen beobachtet worden ist [1]) — das Mineralwasser der Römerquelle hinsichtlich aller Bestandteile Schwankungen unterworfen ist, die aber relativ gering sind,

2) dass der Charakter und die Zusammensetzung des Mineralwassers der Römerquelle seit 1870 im wesentlichen durchaus unverändert geblieben ist.

D. Vergleichung meiner neuen Analyse der Römerquelle mit meinen im Jahre 1903 ausgeführten ausführlichen Analysen fiskalischer Mineralquellen zu Bad Ems.

Ich gebe in der nachfolgenden Tabelle eine Übersicht der zu vergleichenden Analysen.

[1]) Vergl. R. Fresenius, Über die Schwankungen im Gehalte der Mineralwasser, Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde, Jahrgang 47 und meine Abhandlung „Die chemische Zusammensetzung der Emser Mineralquellen“ in der von der Kgl. Staatsregierung den Teilnehmern der 3. ärztlichen Studienreise am 12. September 1903 zu Ems überreichten Festschrift Ems (Druck von H. Chr. Sommer, Ems) S. 36—48 und Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde, Jahrgang 56, 99 ff.

Vergleichende

der Ergebnisse meiner neuen ausführlichen chemischen Untersuchung

führlichen chemischen Untersuchungen fiskalischer Mineralquellen zu Bad

	Römerquelle	
Temperatur gemessen am:	15. 5. 1904	43,8⁰ C.
Spezifisches Gewicht bei:	20⁰ C.	**1,004376**

Die kohlensauren Salze als wasserfreie Bikarbonate

In 1000 Gewichts-

Doppelt kohlensaures Natron ($Na_2O[CO_2]_2$) . .	1,988805
Doppelt kohlensaures Lithion ($Li_2O[CO_2]_2$) . .	0,003056
Doppelt kohlensaures Ammon ($[NH_4]_2O[CO_2]_2$) .	0,002612
Schwefelsaures Natron (Na_2SO_4)	0,019172
Chlornatrium (NaCl)	1,061647
Bromnatrium (NaBr)	0,000438
Jodnatrium (NaJ)	0,000041
Phosphorsaures Natron (Na_2HPO_4)	0,000506
Schwefelsaures Kali (K_2SO_4)	0,046693
Doppelt kohlensaurer Kalk ($CaO[CO_2]_2$) . . .	0,219851
Doppelt kohlensaurer Strontian ($SrO[CO_2]_2$) . .	0,001119
Doppelt kohlensaurer Baryt ($BaO[CO_2]_2$) . . .	0.000874
Doppelt kohlensaure Magnesia ($MgO[CO_2]_2$) . .	0,193022
Doppelt kohlensaures Eisenoxydul ($FeO[CO_2]_2$) .	0,003665
Doppelt kohlensaures Manganoxydul ($MnO[CO_2]_2$)	0,000242
Kieselsäure (SiO_2)	0,045536
Summe .	3,587279
Kohlensäure, völlig freie (CO_2)	0,957358
Summe aller Bestandteile .	4,544637

Aus der Tabelle geht hervor,

1) dass — wie dies auch R. Fresenius 1870 gefunden hat — die Römerquelle als die an festen Bestandteilen überhaupt und an doppelt kohlensaurem Natron reichste erscheint,

Übersicht

der Römerquelle und meiner im Jahre 1903 ausgeführten aus-
Ems hinsichtlich der in wägbarer Menge vorhandenen Bestandteile.

Kränchen	Fürstenbrunnen	Kesselbrunnen	Kaiserbrunnen
28.2.1903 **40,05° C.**	28.2.1903 **35,3° C.**	31.10.1902 **44,3° C.**	16. 5. 1903 **35° C.**
11,2° C. **1,003169**	15,7° C. **1,003285**	19,5° C. **1,003530**	19,8° C. **1,003039**

und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet.

teilen Wasser:

1,955414	1,856153	1,911837	1,917872
0,003732	0,003826	0,005876	0,005259
0,001883	0,001914	0,002354	0,001281
0,023890	0,017336	0,007997	0,013138
1,026032	1,085709	1,068839	0,974783
0,000487	0,000468	0,000622	0,000405
0,000020	0,000024	0.000011	0,000025
0,001353	0,001543	0,000675	0,001321
0,047326	0,047744	0,048479	0,044593
0,234073	0,249981	0,232982	0,233620
0,002050	0,002152	0,001724	0,001968
0,001059	0,001027	0,001191	0,000833
0,207920	0,197298	0,191814	0,193057
0,003633	0,005502	0.006487	0,006523
0,000166	0,000202	0,000257	0,000278
0,047299	0,048007	0.043035	0,045462
3,556337	3,518886	3,524180	3,440418
1.099528	1,096292	1,173814	1,057750
4,655865	4,615178	4,697994	4,498168

2) dass die Römerquelle in ihrem Charakter und ihrer Zusammensetzung eine grosse Ähnlichkeit mit den in der Tabelle aufgeführten fiskalischen Emser Mineralquellen besitzt.